

Übung 5 zur Vorlesung Schiffsdieselmotoren

Kraftstoffeinspritzung

UNIVERSITÄT ROSTOCK
Fakultät Maschinenbau und Schiffstechnik
Lehrstuhl für Kolbenmaschinen/Verbrennungsmotoren

Prof. Dr.-Ing. Bert Buchholz

Dipl.-Ing. Marko Püschel

- Inhalt:**
- Organisatorisches
 - Fragen zur Vorlesung
 - Aufgabe 5 – Dimensionierung Kraftstoffeinspritzung

Übung: Montags 13:15 bis 14:45 in R I/07

Infos und Download:

<http://www.lkv.uni-rostock.de/>

Anmeldung:

mit Uni-Zugangsdaten, kein weiteres Passwort erforderlich

Kontakt: marko.pueschel@uni-rostock.de

0381-498 9410 oder R I/16

Für einen großen 4-Takt-Tauchkolbenmotor (PC-3480; S.E.M.T-Pielstick) sind die Einspritzdüse und die Einspritzpumpe zu dimensionieren.

Gegeben sind folgende Daten :

| | | |
|-----------------------------|------|-------------------|
| Hub : | 520 | mm |
| Bohrung : | 480 | mm |
| Drehzahl : | 470 | min ⁻¹ |
| effektiver Mitteldruck : | 18,9 | bar |
| spez. Kraftstoffverbrauch : | 204 | g/kWh |
| max. Einspritzdruck : | 850 | bar |
| Zylinderdruck (bei SB) : | 80 | bar |
| effektive Leistung : | 700 | kW |

Gesucht sind :

- Einspritzmenge pro Arbeitsspiel
- Anzahl und Durchmesser der Düsenbohrungen
- Durchmesser und Hub des Pumpenkolbens

$$b_e = \frac{\dot{m}_K}{P_e}$$

$$\dot{m}_K = m_K \cdot \frac{n}{a} \cdot z \cdot i_p \quad \text{mit} \quad a = 2 \quad (4\text{-Takt}) \quad \text{und} \quad i_p = \text{Anzahl Pumpen}$$

$$m_K = b_e \cdot P_e \cdot \frac{a}{n} \cdot \frac{1}{z \cdot i_p} = \frac{204 \text{ g} \cdot 700 \text{ kW} \cdot 2 \cdot 60 \text{ s}}{\text{kW} \cdot 3600 \text{ s} \cdot 470 \cdot 1 \cdot 1}$$

$$m_K = 10,13 \text{ g}$$

$$V_K = \frac{m_K}{\rho_K} \quad \rho_K = 850 \text{ kg/m}^3$$

$$V_K = \frac{10,13 \text{ g} \cdot \text{m}^3}{850 \text{ kg}} = 11,92 \text{ cm}^3$$

$$\dot{V} = c \cdot A$$

= Ausströmgeschwindigkeit x Ausströmfläche

\dot{V}_K ist bezogen auf Einspritzdauer Δt_E

Einspritzdauer? $\Delta\phi_E = 25 \dots 30 \text{ }^\circ\text{KW}$ (s.l., klein)
 $\Delta\phi_E = 30 \dots 40 \text{ }^\circ\text{KW}$ (m.s.l., mittelgroß)
 $\Delta\phi_E = 25 \dots 30 \text{ }^\circ\text{KW}$ (l.l., groß)

Annahme : $\Delta\phi_E = 32 \text{ }^\circ\text{KW}$

$$n = 470 \text{ min}^{-1} = 7,833 \text{ s}^{-1}$$

$$1 \text{ U} = n^{-1}$$

$$1 \text{ U} = 0,12766 \text{ s} = 127,66 \text{ ms}$$

$$\frac{32 \text{ }^\circ\text{KW}}{360 \text{ }^\circ\text{KW}} = \frac{\Delta t_E}{1 \text{ U}}$$

$$\Delta t_E = 11,35 \text{ ms}$$

$$\dot{V}_K = \frac{V_K}{\Delta t_E}$$

$$\frac{V_K}{\Delta t_E} = \mu \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho} (p_E - p_{zyl})} \cdot A_D$$

$$A_D = i \cdot \frac{\pi}{4} d_D^2$$

i = Anzahl Löcher ; d_D = Lochdurchmesser

$\mu = \text{Ausflussbeiwert} = 0,6 \dots 0,8$ Annahme : 0,7

$$A_D = \frac{V_K}{11,35 \text{ ms} \cdot \mu \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho} (p_E - p_{zyl})}} = \frac{11,92 \text{ cm}^3}{11,35 \text{ ms} \cdot 0,7 \cdot \sqrt{\frac{2 \text{ m}^3}{850 \text{ kg}} (510 - 80) \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}}$$

mittlerer Einspritzdruck : $0,6 \cdot p_{E_{\max}} = 510 \text{ bar}$

$$A_D = 0,0472 \text{ cm}^2 = 4,72 \text{ mm}^2$$

$$d_D = \sqrt{\frac{A_D \cdot 4}{i \cdot \pi}}$$

| | | | | | | | |
|---------|------|------|------|-----|------|------|------|
| $i =$ | 1 | 2 | 3 | 5 | 7 | 10 | |
| $d_D =$ | 2,45 | 1,73 | 1,42 | 1,1 | 0,93 | 0,78 | [mm] |

$d_{\min} = 0,15 \text{ mm}$ (Fertigung) $d_{\max} = 0,9 \text{ mm}$ (Zerstäubung)

Fazit : 10-Lochdüse x 0,77 mm

= Herstellerangabe

Ziel : m_K in vorgegebener Zeit (32°KW) in den Zylinder bringen

$$V_K = \frac{\pi}{4} d_P^2 \cdot h_P$$

$$d_P = \sqrt{\frac{V_K \cdot 4}{\pi \cdot h_P}}$$

$$\bar{c}_P = \frac{h_P}{\Delta t_E} = 0,7 \dots 1,8 \text{ m/s} \quad \text{Annahme : } 1,5 \text{ m/s}$$

$$d_P = \sqrt{\frac{V_K \cdot 4}{\pi \cdot \bar{c}_P \cdot \Delta t_E}}$$

$$d_P = \sqrt{\frac{11,92 \text{ cm}^3 \cdot 4 \text{ s} \cdot 10^3}{\pi \cdot 1,5 \text{ m} \cdot 11,35 \text{ ms}}}$$

$$d_P = 29,85 \text{ mm}$$

$$h_P = 17,03 \text{ mm}$$